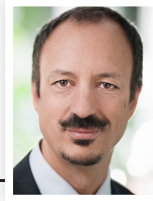


Jürgen Schneider

Szenario Erneuerbare Energie 2030 und 2050

erschienen 08/2016 in der Broschüre „Bioenergie und Umweltschutz“ des ÖBMV



Mit dem in Paris Ende 2015 verabschiedeten neuen internationalen Klimaschutzabkommen hat die Staatengemeinschaft ein deutliches Zeichen gegen den Klimawandel und seine Folgen gesetzt. Nur ein langfristiger Ausstieg aus der Nutzung fossiler Brennstoffe kann den Globus vor einem Klimakollaps bewahren.

Die mittlere globale Temperatur ist gegenüber dem vorindustriellen Niveau um beinahe 1 Grad Celsius angestiegen. 2014 und 2015 waren global gesehen die wärmsten Jahre der bisherigen Messgeschichte. In Österreich beträgt der durch Messungen belegte durchschnittliche Temperaturanstieg bereits 2 Grad Celsius. Der vergangene Winter 2015/2016 lag um 2,7 Grad Celsius über dem vieljährigen Mittel und war der zweitwärmste Winter in der knapp

250-jährigen österreichischen Messgeschichte. Klimamodelle sagen voraus, dass sich Österreich auch in Zukunft stärker als das globale Mittel erwärmen wird [2].

Das übergeordnete Ziel der internationalen Klimapolitik, welches im Pariser Klimaabkommen vom Dezember 2015 bekräftigt wurde, ist die Begrenzung der globalen Erwärmung auf deutlich unter 2 Grad Celsius, was im Einklang mit den wissenschaftlichen Erkenntnissen des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) steht.

Die Änderungen im globalen Klimasystem verlaufen oft nicht-linear. Zudem gibt es Kippunkte, bei deren Überschreitung gravierende irreversible Änderungen auftreten, ohne dass dagegen etwas getan werden kann. Dies betrifft etwa das Abschmelzen des Grönland-Eisschildes, was



© Arnaud Bouissou - MEDDE / SG COP 21

Das Klimaschutzabkommen wurde in Paris als großer Erfolg der Weltgemeinschaft gefeiert – nun müssen die einzelnen Staaten Taten folgen lassen.

einen globalen Anstieg des Meeresspiegels um etwa 7 Meter zur Folge hätte.

Selbst bei einem Temperaturanstieg um 2 Grad Celsius im globalen Mittel kann die Überschreitung von Kippunkten nicht ausgeschlossen werden; allerdings ist gemäß aktueller wissenschaftlicher Erkenntnisse eine Anpassung an den Klimawandel mit noch akzeptablen wirtschaftlichen, sozialen und ökologischen Folgen möglich, während sich deren Ausmaß bei einem höheren Temperaturanstieg gravierend verschlim-

mert. Allerdings sind auch bei Einhaltung des 2-Grad-Ziels irreversible Auswirkungen zu erwarten.

Die aktuellen Szenarien des Weltklimarats [1] zeigen mögliche Temperaturentwicklungen bis 2100 (Abb. 1). Wesentlicher Einflussfaktor ist dabei der künftige Verlauf der Emissionen von Treibhausgasen. Nur wenn es gelingt, deren Freisetzung drastisch zu vermindern, kann der durch den Menschen verursachte Klimawandel eingedämmt werden. In Abb. 2 sind die mit Abb. 1

Abweichung der mittleren globalen Oberflächentemperatur nach IPCC-Szenarien

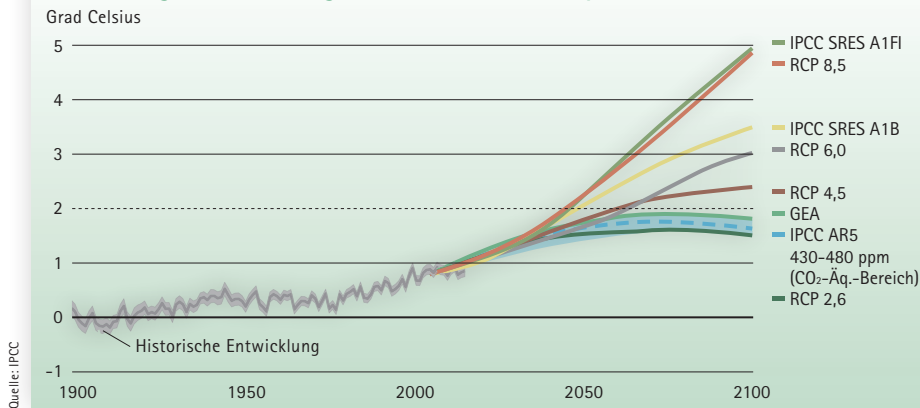


Abb. 1: Die aktuellen Szenarien des IPCC prognostizieren Erhöhungen der globalen Mitteltemperatur zwischen 1,5 und 5 Grad Celsius bis zum Jahr 2100.

Entwicklung der Emission von Treibhausgasen in den IPCC-Szenarien

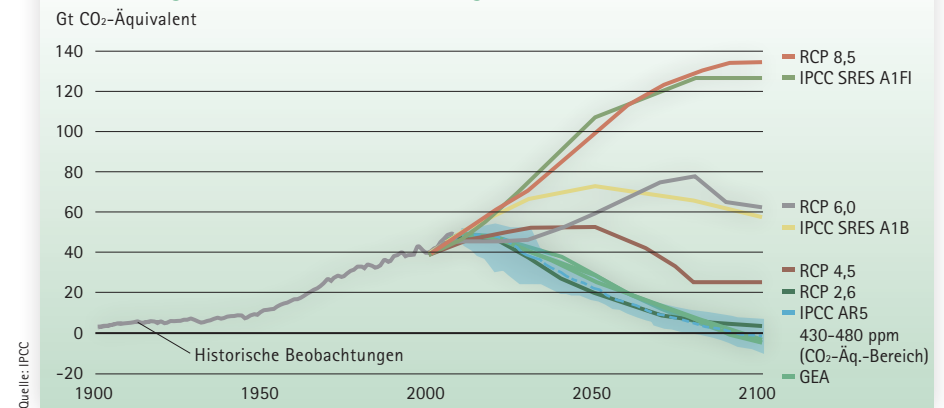


Abb. 2: Historische Entwicklung der Treibhausgasemissionen, die den in Abb. 1 dargestellten Temperaturanstieg bedingen, und Szenarien des IPCC für die weitere Emissionsentwicklung

korrespondierenden globalen Treibhausgasemissionen bis 2100 zu sehen. Bis 2050 wird nach wissenschaftlichem Konsens eine Verminderung der Treibhausgasemissionen von Industriestaaten um mindestens 80 % als notwendig angesehen, um das 2-Grad-Ziel einhalten zu können. Um dieses Ziel möglichst kosteneffizient zu erreichen und gleichzeitig die europäische Wirtschaft und das Energiesystem wettbewerbsfähiger, sicherer und nachhaltiger zu gestalten, wurde bereits 2011 im „Fahrplan für den Übergang zu einer wettbewerbsfähigen CO₂-armen Wirtschaft bis 2050“ [3] ein Konzept dafür vorgelegt. Aus den Analysen geht deutlich hervor, dass die Kosten auf lange Sicht umso niedriger sind, je früher Maßnahmen gesetzt werden.

Die wichtigste Quelle von Treibhausgasemissionen ist global und in Österreich die Nutzung fossiler Energieträger, also von Kohle, Erdölprodukten und Erdgas. Für Industrieländer bedeutet das Pariser Abkommen somit einen weitgehenden Verzicht auf den Einsatz fossiler Energieträger bis Mitte des Jahrhunderts.

Situation in Österreich

Im Jahr 2014 betragen die Treibhausgasemissionen Österreichs 76,3 Millionen Tonnen Kohlenstoffdioxid-Äquivalent (CO₂-Äquivalent). Die Emissionen lagen damit um 4,6 % bzw. 3,7 Millionen Tonnen unter dem Niveau von 2013.

Damit setzt sich der rückläufige Trend seit dem Höchststand der Emissionen im Jahr 2005 fort. Hauptverantwortlich für den Emissionsrückgang gegenüber 2013 sind insbesondere die Emissionsreduktion im Bereich der Energieaufbringung sowie die milde Witterung und der damit verbundene geringere Heizbedarf der Haushalte. Die Gesamtemissionen Österreichs lagen 2014 um 3,2 % unter dem Wert von 1990 [2]. In der Europäischen Union sind die Emissionen im gleichen Zeitraum um ein knappes

Viertel gesunken. Um zu überprüfen, ob sich Österreich auf einem mit dem Pariser Abkommen kompatiblen Zielpfad bewegt (das bedeutet einen weitgehenden Ausstieg aus der Nutzung fossiler Energie bis Mitte des Jahrhunderts), hat das Umweltbundesamt in Kooperation mit anderen Institutionen (dem Wirtschaftsforschungsinstitut, der Österreichischen Energieagentur sowie den Technischen Universitäten Wien und Graz) umfangreiche Szenarienanalysen durchgeführt. Dabei wurden mögliche Energie- und Treibhausgas-Emissionspfade bis 2050 modelliert. Gemäß internationalen Vorgaben wurde ein Szenario WEM (mit bestehenden Maßnahmen; entspricht einem Business-as-usual-Szenario) entwickelt. In Ergänzung wurden weitere Szenarien modelliert, bei denen die Umsetzung weitergehender Maßnahmen hinterlegt wurde (WAM und WAM plus) [4, 5, 6, 7].

Szenario zur Dekarbonisierung des Energiesystems

Aufbauend auf den Szenarien WEM und WAM plus wurde für die Jahre 2030 und 2050 ein Szenario Erneuerbare Energie berechnet. Ziel des Szenarios ist eine weitgehende Dekarbonisierung des Energiesystems bis zum Jahr 2050. Da für die Einhaltung des 2-Grad-Klimaziels aber nicht nur der Wert 2050, sondern auch die kumulierten Emissionen wichtig sind, wurde das Jahr 2030 als wichtige Zwischenmarke gewählt und berechnet.

Für alle energierelevanten Sektoren wurden Annahmen getroffen, die entweder zu einer Erhöhung der Effizienz oder zu einer Substitution von fossilen durch erneuerbare Energieträger führen. Für die zur Verfügung stehenden Potenziale erneuerbarer Energieträger wurden Studien des Österreichischen Biomasseverbandes [9] und des Verbandes Erneuerbare Energie Österreich [8] sowie Ergebnisse anderer Studien als Richtwerte herangezogen.

Für das Szenario Erneuerbare Energie wurden umfangreiche Maßnahmenumsetzungen hinterlegt; die wichtigsten werden im Folgenden zusammengefasst.

Annahmen Verkehr

- Die Steuer auf fossile Kraftstoffe wird erhöht.
- Der Verkauf von konventionell betriebenen Pkw wird stark eingeschränkt und geht gegen null (Ähnliche Gesetzesvorschläge und Initiativen gibt es bereits in Norwegen [10], Indien [11] und den Niederlanden [12]).
- Für Fahrzeuge mit Brennstoffzellen (FCEV: Fuel Cell Electric Vehicle) ist im Jahr 2030 noch kein ausreichend dichtes Tankstellennetz vorhanden, daher sind die Anteile bis dahin noch gering.
- Bei schweren Nutzfahrzeugen (SNF) mit Ausnahme von Linienbussen erfolgt bis 2050 bei großen Fahrtweiten und hohem Gewicht die Umstellung auf FCEV.
- Bei Linienbussen entwickelt sich bis 2030 und 2050 ein hoher Anteil von Batteriebussen aufgrund der hohen Zahl an Lademöglichkeiten auf der Strecke (z.B. Endhaltestellen von einer Linie).
- Frühere Teilelektrifizierung bei Verdichterstationen
- Für die Antriebseffizienz: Bei reinen Elektrofahrzeugen wurde der gemittelte Faktor (aus Literatur/Datenbanken) von 3,6 angenommen; bei Wasserstoff (H₂) liegt der Faktor aufgrund der Brennstoffzellen-Wirkungsgrade um 10 % darunter.
- Im Jahr 2030 steht gleich viel Biomasse zur Verfügung wie im Jahr 2050.
- Fahrzeuge bleiben bis zum Ende der Lebensdauer in der österreichischen Flotte.

Annahmen Gebäude

- Die Sanierungsrate und die Sanierungsqualität steigen an.

- Eine CO₂-Abgabe stellt einen umsichtigen Umgang mit fossilen Ressourcen im Sinne des Ziels eines nachhaltigen Energiesystems bis 2050 sicher.
- Ein jährlich steigender Klimateffizienzfaktor von 2020 bis 2050 wird im Rahmen der Grundsteuer festgelegt und ist progressiv abhängig von der CO₂-Kennzahl im Energieausweis (Annahme der höchsten Klasse, wenn kein Energieausweis vorgelegt wird). Dies gilt für Hauptwohnsitze sowie für Nebenwohnsitze und Betriebsstätten mit mehr als 75 % Anwesenheitstagen von Personen im Jahr.
- Rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen für „schlüsselfertige“ und „kostengünstige“ qualitätsgesicherte, umfassende thermisch-energetische Standardsanierungen mit erneuerbaren Energieträgern und Sanierungssupport nach sozialen Kriterien werden geschaffen.
- Ebenso werden rechtliche und wirtschaftliche Rahmenbedingungen für thermische Smart Grids mit erneuerbaren Energieträgern, insbesondere von thermischen Mikronetzen mit hocheffizienten, von der Stromnachfrage abhängig geführten Mikro-KWKs auf Basis erneuerbarer Energien, geschaffen.
- In ländlichen Gebieten wird deutlich mehr feste Biomasse statt Öl und Gas eingesetzt.
- Naturgas wird in ländlichen Regionen zum Teil durch gasförmige Biomasse substituiert.
- Primär in urbanen Räumen werden Umgebungswärme, Abwärme und Niedertemperatur-Geothermie mittels Wärmepumpe stärker verwendet.
- Generell werden mehr Solarthermie und Geothermie für die Bereitstellung von Raumwärme und Warmwasser genutzt.
- Der erhöhte Strombedarf basiert zu 100 % auf erneuerbarer Energie.



- Der zusätzliche Fernwärmebedarf wird zu 100 % durch Erneuerbare gedeckt.

Annahmen Energieaufbringung

- Die Stromexporte wurden in ähnlicher Größenordnung wie im Szenario WAM plus gewählt.
- Die höhere inländische Stromaufbringung wird durch erneuerbare Energieträger gedeckt.
- Im Jahr 2030 werden zwei Drittel der Erdgasfernwärme durch Biomasse und Großwärmepumpen ersetzt.
- Bereits im Jahr 2030 kommt es zu einer Reduktion des Abfallaufkommens und damit der Abfallverbrennung.
- Ausgelöst durch die geringere Nachfrage nach fossilen Treibstoffen wird die Produktion der Raffinerie 2030 um ein Drittel verringert.

Annahmen Industrie

- Verfahrensumstellungen in industriellen Prozessen führen zu höherem Strom-einsatz.
- In der Eisen- und Stahlindustrie wird neben der Elektro Stahlproduktion teil-

weise mit vorgelagerter Direktreduktion produziert; dadurch kommt es zur Umstellung von Kohle auf Erdgas, die sich auch im nichtenergetischen Verbrauch auswirkt.

- Der Berechnungsansatz erfolgt über die Brennstoffverteilung in den Kategorien der Nutzenergieanalyse der Statistik Austria:
- Für die Bereitstellung von Raumwärme werden mehr Biomasse und Wärmepumpen eingesetzt.
- Für die Bereitstellung von Prozesswärme wird mehr Biomasse eingesetzt.
- Für den Betrieb von Standmotoren wird mehr Strom eingesetzt.
- Bei Industrieöfen (Nahrungsmittel- und Holzindustrie, Glasherstellung) erfolgt eine selektive Umstellung auf erneuerbare Energieträger.
- Aufgrund eines höheren Angebots an Strom aus öffentlichen Anlagen sinkt die Eigenerzeugung.
- Ein Teil der industriellen Niedertemperaturwärme wird bis 2030 durch Wärmepumpen mit einer durchschnittlichen Jahresarbeitszahl von 2,5 bereit-

gestellt (nicht für Metallindustrie, da ausreichend Abwärme vorhanden).

- Die Trocknung von Biomasse erfolgt unter anderem durch interne Abwärme.
- Brennstoffspezifische Wirkungsgrad werden bei der Berechnung berücksichtigt.

Ergebnisse der Modellierung

Der energetische Endverbrauch der verschiedenen Modellläufe ist in Abb. 3 dargestellt. Im Szenario WEM steigt der Energieverbrauch leicht an, während er in den anderen Szenarien vor allem bis 2050 deutlich sinkt; im Szenario Erneuerbare Energie sogar um die Hälfte gegenüber WEM. Die Anteile von erneuerbarer Energie am Bruttoendenergieverbrauch variieren stark zwischen den Szenarien. Während im Szenario WEM noch 2050 über 60 % des Energieverbrauchs auf dem Einsatz fossiler Energieträger beruht, sind im Szenario Erneuerbare Energie über 90 % erneuerbar.

Ähnlich große Differenzen zwischen den Szenarien gibt es auch bei der Entwicklung des Treibhausgasausstoßes. Im Szenario WEM (mit bestehenden Maßnahmen) sinken die Emissionen gegenüber dem der-

zeitigen Stand kaum. Diese Entwicklung ist somit mit den Verpflichtungen aus dem Pariser Klimaabkommen, das eine Reduktion von mindestens 80 % vorsieht, nicht kompatibel. Selbst im Szenario WAM plus (mit zusätzlichen Maßnahmen plus) wird dieses Ziel bis 2050 verfehlt. Einzig im Szenario Erneuerbare Energie gelingt durch drastische Steigerung der Energieeffizienz in allen Sektoren bei einem gleichzeitigen Ersatz fossiler Energieträger durch Erneuerbare eine Reduktion der energiebedingten Treibhausgasemissionen um rund 80 %.

Schlussfolgerungen

Mit dem Klimaabkommen in Paris hat sich die Weltgemeinschaft darauf verständigt, den Klimaschutz ernst zu nehmen und wirksam zu bekämpfen. Für die Industriestaaten bedeutet dies, umgehend aus der Nutzung fossiler Energieträger auszusteigen. Die aktuellen Energie- und Klimaszenarien des Umweltbundesamts zeigen, dass dies für Österreich auch bei Beibehaltung von Wohlstand und Wirtschaftswachstum möglich ist. Das größte Risiko für Wirtschaft, Gesellschaft und Umwelt liegt in

Entwicklung des energetischen Endverbrauchs in Österreich nach drei Szenarien

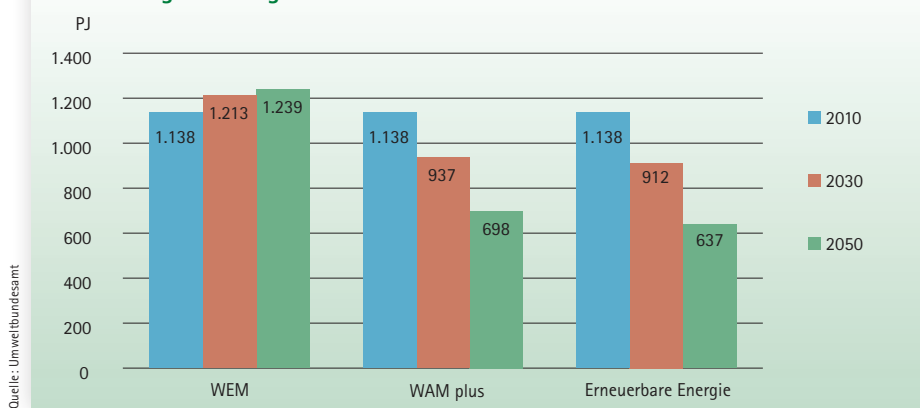


Abb. 3: Energetischer Endverbrauch in den Szenarien WEM (Business as usual), WAM plus und Erneuerbare Energie für die Jahre 2010 (Ist-Werte), 2030 und 2050

Anteil erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch nach Szenarien

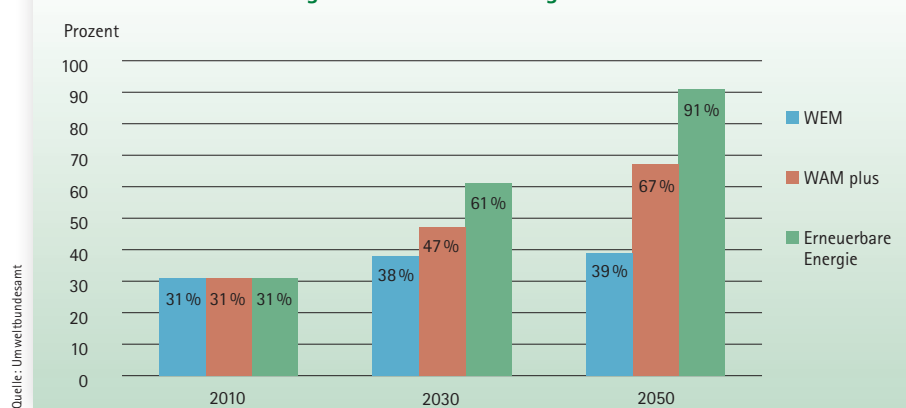


Abb. 4: Anteil erneuerbarer Energieträger am Bruttoendenergieverbrauch in den Szenarien WEM (mit bestehenden Maßnahmen), WAM plus (mit zusätzlichen Maßnahmen) und Erneuerbare Energie für 2010, 2030 und 2050

einem Nighthandeln gegen den Klimawandel. Daher ist ein breiter gesellschaftlicher Konsens für eine Dekarbonisierung unerlässlich.

Österreich hat in Bezug auf eine Dekarbonisierung von Wirtschaft und Gesellschaft eine hervorragende Ausgangsposition. Mit einem hohen Anteil an erneuerbaren Energieträgern am Bruttoendenergieverbrauch (derzeit rund 33 %) und an der inländischen Stromerzeugung (etwa 70 %) sowie naturräumlichen Gegebenheiten, die einen weiteren naturverträglichen Ausbau erneuerbarer Energieträger erlauben, sollte sich Österreich als Vorreiter der Energiewende positionieren. Dies würde auch die zahlreichen innovativen Unternehmen stärken, die im Bereich Energieeffizienz und erneuerbare Energie tätig sind.

Die Energiewende bietet ein erhebliches Potenzial für Innovation und Investitionen, unter anderem in eine nachhaltige, von fossilen Energien freie Infrastruktur. Diese Chancen müssen aktiv genutzt werden – etwa im Zuge der Ausarbeitung und Umsetzung eines nachhaltigen Konjunktur- und Beschäftigungsprogramms.

Zu den Schritten, die unmittelbar umgesetzt werden sollten, gehören neben den in den vorhergehenden Abschnitten dargestellten sektoralen Maßnahmen unter anderem folgende Weichenstellungen:

- Eine aufkommensneutrale ökosoziale Steuerreform, welche die Nutzung fossiler Energieträger schrittweise, deutlich und vorhersehbar verteuert. Parallel dazu sollten die Kosten von Arbeit vermindert werden. Entsprechende Vorschläge wurden etwa im Zuge des Projekts *wwwforEurope* [13] des Wirtschaftsforschungsinstituts WIFO ökonomisch bewertet.
- Umweltschädliche Förderungen sollten schrittweise spätestens bis Ende dieses Jahrzehnts abgeschafft werden. Nach einer Schätzung des Wirtschaftsforschungsinstituts machen diese derzeit mehrere Milliarden Euro pro Jahr aus.

Die Umsetzung der Energiewende sollte unverzüglich erfolgen. Investitionen in eine fossile Infrastruktur erschweren und verteuern eine spätere Zielerreichung und sind damit volkswirtschaftlich kontraproduktiv.

Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Österreich und Szenarien bis 2050

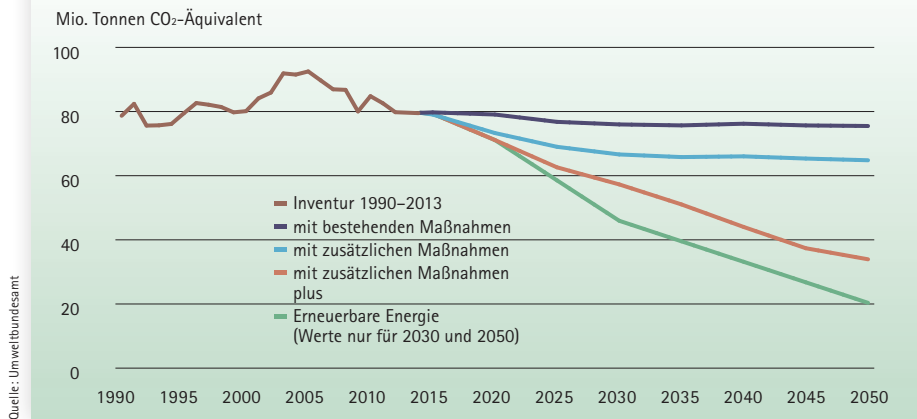


Abb. 5: Treibhausgasemissionen bis 2013 und ihre künftige Entwicklung in Abhängigkeit von in den jeweiligen Szenarien gesetzten Maßnahmen

Literatur

[1] IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2014): Climate Change 2014 – Mitigation of Climate Change. 5. Sachstandsbericht.
 [2] Umweltbundesamt (2016b): Zechmeister, A.; Anderl, M.; Bednar, W.; Gössl, M.; Haider, S.; Heller, C.; Lampert, C.; Moosmann, L.; Pazdernik, K.; Poupá, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schneider, J.; Schodl, B.; Seuss, K.; Stranner, G.; Storch, A.; Weiss, P.; Wiesenberger, H.; Winter, R.; Zethner, G. & KPC GmbH: Klimaschutzbericht 2016. Reports, Bd. REP-0582. Umweltbundesamt, Wien.
 [3] EK – Europäische Kommission (2011): Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050. 08.03.2011. http://ec.europa.eu/clima/documentation/roadmap/index_en.htm.
 [4] Umweltbundesamt (2015a): Krutzler, T.; Kellner, M.; Gallauner, T. et al.: Szenarien im Hinblick auf Klimaziele 2030 und 2050. Reports, Bd. REP-0534. Umweltbundesamt, Wien.
 [5] Umweltbundesamt (2015b): Zechmeister, A.; Anderl, M.; Gössl, M. et al.: GHG Projections and Assessment of Policies and Measures in Austria. Reports, Bd. REP-0527. Umweltbundesamt, Wien.

[6] Umweltbundesamt (2015c): Krutzler, T.; Kellner, M.; Heller, C. et al.: Industrieszenarien 2050. Reports, Bd. REP-0531. Umweltbundesamt, Wien.
 [7] Umweltbundesamt (2015d): Krutzler, T.; Kellner, M.; Gallauner, T. et al.: Szenarien im Hinblick auf Klimaziele 2030 und 2050: Szenario WAM plus. Reports, Bd. REP-0535. Umweltbundesamt, Wien.
 [8] EEO – Erneuerbare Energie Österreich (2015): Energiewende 2013–2030 – 2050.
 [9] Österreichischer Biomasseverband (2015): Bioenergie 2030. Wien, 2015. <http://www.biomasseverband.at/publikationen/broschueren/>
 [10] <http://natureschutz.ch/news/norwegen-plant-verbot-fuer-diesel-und-benzinautos/102532>
 [11] <http://www.autocarpro.in/news-national/-/mobility-2030-piyush-goyal-10943>
 [12] <http://www.dutchnews.nl/news/archives/2016/03/only-electric-cars-to-be-sold-in-netherlands-from-2025/>
 [13] <http://www.foreurope.eu/>

Dr. Jürgen Schneider
 Prokurist Umweltbundesamt GmbH,
jurgens.schneider@umweltbundesamt.at

Szenario Erneuerbare Energie

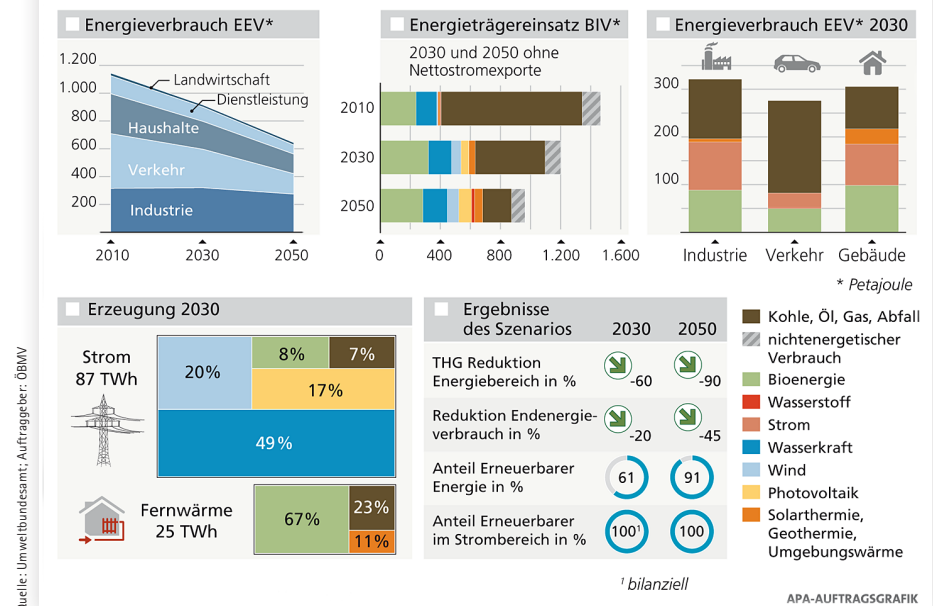


Abb. 6: Entwicklungen des Szenarios Erneuerbare Energie bis 2030 und 2050 für Energieverbrauch nach Sektoren und Energieträgern, Energieerzeugung und Treibhausgasemissionen.

